1967
Verlag Schnelle, Eberhard und Wolfgang Schnelle GmbH, Quickborn
Alle Rechte vorbehalten, auch die des auszugsweisen Abdrucks, der Übersetzung und photomechanischen Wiedergabe.
Druck und Einband: Maurischat & Bevensee, Quickborn
Printed in Germany

RUNDLAGENSTUDIEN

AUS

KYBERNETIK

UND GEISTESWISSENSCHAFT

BRIGITTE FRANK

BAND 8 MÄRZ KURZTITEL
HEFT 1 1967 GKG 8/1

Herausgeber

MAX BENSE, Stuttgart, GERHARD EICHHORN †, HARDI FISCHER, Zürich
HELMAR FRANK, Berlin, GOTTHARD GÜNTHER, Champaign/Urbana (Illinois)
RUL GUNZENHÄUSER, Esslingen/Stuttgart, ABRAHAM A. MOLES, Paris
PETER MÜLLER, Karlsruhe, FELIX VON CUBE, Berlin, ELISABETH WALTHER, Stuttgart

Schriftleiter Prof. Dr. Helmar Frank

INHALT

VERLAG SCHNELLE QUICKBORN

Neuerdings vollzieht sich eine immer stärker werdende Annäherung zwischen Natur- und Geisteswissenschaft als Auswirkung methodologischer Bestrebungen, für die sich das Wort Kybernetik eingebürgert hat. Die Einführung statistischer und speziell informationstheoretischer Begriffe in die Ästhetik, die invariantentheoretische Behandlung des Gestaltbegriffs und die Tendenzen, zwischen der Informationsverarbeitung in Maschine und Nervensystem Isomorphismen nachzuweisen, sind nur drei Symptome dafür.

Die Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft sollen der raschen Publikation neuer Resultate dienen, welche diese Entwicklung zu fördern geeignet sind. Veröffentlicht werden vor allem grundlegende Ergebnisse, sowohl mathematischer, psychologischer, physiologischer und in Einzelfällen physikalischer als auch philosophischer und geisteswissenschaftlicher Art. Nur in Ausnahmefällen werden dagegen Beiträge über komplexere Fragen der Nachrichtentechnik, über Schaltungen von sehr spezieller Bedeutung, über Kunst und literaturgeschichtliche Probleme etc. angenommen. In geringer Zahl werden Buchbesprechungen veröffentlicht.

Erscheinungsweise: Viermal im Jahr mit je 32 bis 48 Seiten.
Beiheft: Im Jahr erscheint für Abonnenten ein Beiheft.
Preis: DM 4,80 je Heft und Beiheft.
Im Abonnement Zustellung und Jahreseinbanddeckel kostenlos. Bezug: durch Buchhandel oder Verlag.
Manuskriptsendungen: an Schriftleitung gemäß unserer Richtlinien auf der dritten Umschlagseite.

Schriftleitung

Prof. Dr. Helmar Frank
Institut für Kybernetik
Berlin 46, Malteserstr. 74/100

Les sciences naturelles et les sciences humaines se rapprochent de plus en plus; ce rapprochement est une conséquence des tendances métodologiques appelées cybernetique. L'introduction en esthétique de termes statistiques et surtout de termes de la théorie de l'information, le fait de considérer mathématiquement la notion de Gestalt comme une invariante, et les tendances à chercher des isomorphismes entre la transformation de l'information par les machines et par le système nerveux sont seulement trois exemples du dit rapprochement.

Les «Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft» ont pour but de publier rapidement des résultats nouveaux capables de contribuer à ce dévéloppement. Surtout des résultats fondamentaux (soit de caractère mathématique, psychologique, physiologique et quelquefois physique — soit de caractère philosophique ou appartenant aux sciences humaines) sont publiés. Par contre des travaux concernant soit des questions assez complexes de la théorie de communication et télécommunication, soit des reseaux éléctriques ayant des buts trop spéciaux, soit des problèmes de l'histoire de l'art et de la litérature etc. ne sont acceptés qu'exceptionnellement aussi que les comptes rendus de nouveaux livres.

Il paraissent 4 numéros de 32 à 48 pages par an et un numéro spécial, pour les abonnes. Prix: DM 4.80 le numéro (et le numéro spezial) L'envoi et la couverture du tome complèt (à la fin de chaque année) est gratis pour les abonnés.
Les G KG sont vendus en librairie ou envoyés par les Editeurs Schnelle
Les manuscrits doivent être envoyés au rédacteur en chef. Quant à la forme voir les remarques à la page 3 de cette couverture.

Rédacteur en chef

Prof. Dr. Helmar Frank
Institut für Kybernetik
Berlin 46, Malteserstr. 74/100

Natural and cultural sciences are in train to come together closer and closer as a consequence of methodologica- tendencies called cybernetics. The introduction of terms of statistics and specially of information theory into the terminology of esthetics, the interpretation of 'Gestalten' as mathematical invariants, and the search for isomorphisms by comparing information handling in computers and the brain are only three symptoms of the process mentioned above.

The Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft would like to cultivate this tendencies by rapid publication of new results related to cybernetics, especially results of basic interest, no matter whether belonging to the field of mathematics, psychology, physiology and sometimes even of physics, or rather to the fields of philosophy and cultural sciences. But papers which concern complex technical problems of transmission and processing of information, or electrical networks with very limited purpose, or the history of art and literature, are accepted only exceptionally. There will also be few recensions of books.

G KG are published in 4 numbers each year, with 32–48 pages per number. A special number is edited each year for the subscribers.
Price: DM 4.80 per number (and spezical number) Mailing and cover of the volume (to be delivered together with the last number each year) is free for subscribers. The G KG may be received by booksellers or directly by the publisher.

Papers should be sent to the editors. For the form of manuscript see page 3 of this cover.

Editor

Prof. Dr. Helmar Frank
Institut für Kybernetik
Berlin 46, Malteserstr. 74/100

EMPIRISCHE UNTERSUCHUNG ZU EINEM INFORMATIONSPSYCHOLOGISCHEN GEDÄCHTNISMODELL

von Harald Riedel, Berlin

I Problemstellung

Allein die Tatsache, daß ein Großteil der seit der Jahrhundertwende unternommenen experimentalpsychologischen Untersuchungen Probleme des menschlichen Gedächtnisses und Lernvermögens behandelt, weist nicht nur darauf hin, für wie wesentlich seit langem eine umfassende Kenntnis der Lern- und Gedächtnisprozesse gehalten wird, sondern auch darauf, wie schwierig es ist, eine möglichst allgemeine Beschreibung jener Vorgänge zu geben. Zudem lassen sich jene auf dem S - R - Modell basierenden angelsächsischen speziellen Gedächtnis- und Lernmodelle kaum für die informationspsychologische Beschreibung verwerten, weil bei ihnen gerade die wesentliche Variable informationspsychologischer Systeme, die Variable "Zeit", nicht berücksichtigt wird (vgl. z. B. Estes, 1950, Bush und Mosteller 1955, Miller und McGill 1952).

H. Frank gibt in seinem informationspsychologischen Modell der Informationsverarbeitung im Menschen außer dem Kurzspeicher, welcher als "Ort der Gegenwärtigung" Nachrichten lediglich für die Gegenwartsdauer $T \leqq 10$ sec bewahrt, zwei für die menschlichen Gedächtnisprozesse verantwortliche Speicher an, das "Kurzgedächtnis" und das "Langgedächtnis", die sich durch ihre Speicher- wie Zuflußkapazitäten erheblich voneinander unterscheiden (vgl. z. B. Frank, 1961, 1962, 1964).

Frank übernahm den plausiblen Ansatz von Förster (1940), die Aufnahme und das Vergessen von Nachrichten durch das menschliche Gedächtnis sei ein stochastischer Vorgang, und gelangt zu den zwei wesentlichen Beziehungen zwischen Zuflußkapazität (C_v), Speicherkapazität (K_v), Informationsmenge eines zu einem bestimmten Zeitpunkt eingeschriebenen Materials (I_o) und Informationsmenge des nach t Sekunden noch vorhandenen Materials (I_t)

(1) $$I_t = I_o \cdot e^{-\alpha t}$$

(2) $$K_v = \frac{C_v}{\alpha} .$$

Danach berechnete Frank zunächst in grober Näherung folgende Werte für die Kapazitäten beider Speicher:

Zuflußgeschwindigkeit des Kurzgedächtnisses $C_{vk} \approx 0.4 \ldots 0.8$ bit/sec

Zuflußgeschwindigkeit des Langgedächtnisses $C_{vl} \approx 0.1 \; C_{vk}$

Speicherkapazität des Kurzgedächtnisses $K_{vk} \approx 1 \ldots 2 \cdot 10^3$ bit

Speicherkapazität des Langgedächtnisses $K_{vl} \approx 10^5 \ldots 10^8$ bit .

Frank empfahl weiterhin eine genauere Berechnung der Werte aus der Ebbinghaus-Vergessenskurve.

Die Notwendigkeit einer präziseren Bestimmung jener Werte ergab sich in jenem Augenblick, da begonnen wurde, ein Modell für die algorithmische Lehralgorithmierung zu entwerfen, worin nach Frank (1965) die Berechnung der Wahrscheinlichkeiten, mit welchen bestimmte Aussagen oder Wörter zu definierten Zeitpunkten im Gedächtnis gespeichert sind, eine sehr wesentliche Rolle spielt.

Bemühungen des Verfassers, aus den Werten mehrerer empirischer Untersuchungen die gewünschten Daten zu berechnen, führten zu der Notwendigkeit, den zunächst übernommenen Ausdruck (1) abzuwandeln: Solange nicht genaue Werte für die Zuflußkapazitäten C_{vk} bzw. C_{vl} bekannt sind, kann nicht angegeben werden, wie genau der Prozentsatz des nach t sec wiedergegebenen von dem sofort nach Abschluß des Lernvorganges reproduzierten Material durch den Quotienten $\frac{I_t}{I_o}$ tatsächlich beschrieben wird. Falls nämlich der Lernstoff der Versuchsperson eine längere Zeit dargeboten wurde, als gerade zur Erlernung benötigt wurde, dürften Teile desselben auch mehr als nur einmal abgespeichert worden sein; andererseits kann nicht festgestellt werden, welcher Anteil der im Kurzgedächtnis gespeicherten Nachrichten noch während der Lernzeit (oder auch danach) ins Langzeitgedächtnis übernommen werden konnte. Es empfiehlt sich daher, einen variablen (zunächst unbekannten) Faktor in (1) einzufügen, der von der Lernzeit, aber auch von der Lernfähigkeit der Versuchspersonen abhängen kann und den man als "Überlern-" oder "Unterlernfaktor" bezeichnen könnte. Man erhält dann aus (1)

(3) $$I_t^* = y \cdot I_o^* \cdot e^{-\alpha t}$$

oder

(4) $$y = \frac{I_t^*}{I_o^*} \cdot e^{+\alpha t}$$

(Hier bezeichnet der Quotient $\frac{I_t^*}{I_o^*}$ den Anteil des nach t sec Reproduzierten von dem unmittelbar nach Lernschluß Wiedergegebenen, nicht also den Anteil der

tatsächlich gespeicherten Informationsmengen!) Unter Anwendung dieser Beziehung wertete der Verfasser Untersuchungen von Ebbinghaus (1885), Alin (1964), Homolka (1953), van Dusen und Schlosberg (1948), Jenkins und Dallenbach (1924), Bahrick (1965), Postman (1954) und Hovland (1951) aus. Zwar errechneten sich teils recht unterschiedliche Werte für die Zerfallskonstante α bei Vergessenszeiten zwischen 1 Stunde und 27 Wochen, jedoch legten die Ergebnisse die Vermutung nahe, der menschliche Vergessensprozeß würde sich präziser beschreiben lassen, falls in dem Modell von Frank (1964) statt zweier sich in ihren Kapazitäten unterscheidender Speicher mindestens drei ebensolche vorausgesetzt würden.

Da die aus den genannten Untersuchungen gewonnenen Werte jedoch aufgrund sehr verschiedener experimenteller Bedingungen entstanden sind, lag es nahe, ein Experiment zur Klärung der entstandenen Fragen zu unternehmen.

II Experimente zur Bestimmung von Behaltenswerten

Die Untersuchung wurde in der Zeit vom 6. 6. bis 24. 8. 1966 innerhalb der Arbeit des Instituts für Kybernetik an der Pädagogischen Hochschule Berlin (Leiter: Prof. Dr. H. Frank) durchgeführt.

a) Material

Als Lernmaterial diente in Experiment I ein 60 Wörter langer sinnvoller Text; er wurde einem Lesebuch für das 3. und 4. Schuljahr (Hirschbold 1958) entnommen (siehe Tafel I).

> Der Postpeter
> "Unser Postbote heißt mit seinem bürgerlichen Namen Peter Moser. Aber in der ganzen Ortschaft wird der fleißige Mann in der blauen Postleruniform nur der Postpeter genannt. Wenn er seine dickbauchige Umhängetasche durch die Straßen trägt, kennt man ihn schon von weitem. Jeden Morgen um sechs Uhr fährt der Postpeter auf dem Rad zu seiner Arbeitsstätte, zur Post neben dem Bahnhof."

TAFEL I

In Experiment II wurden 20 aus einer Reihe von sinnfreien Silben der Bauart KVK ausgewählt, die vom Verfasser bereits in früheren Versuchen zur Bestimmung der Altersabhängigkeit von Werten für die Zuflußgeschwindigkeit des Kurzzeitgedächtnisses (Riedel 1964) benutzt worden waren. 20 weitere dienten der Durchführung von Anwärmversuchen (siehe Tafel II).

b) Apparatur

Der Text des Experiments I wurde auf ein Tonband gesprochen, anschließend mit Abständen von je 5 Minuten zwischen je 2 Textanfängen neunmal kopiert. Die Wiedergabe erfolgte mit einem Gerät der Firma Telefunken.

Serie 1	Serie 2	Serie 3	Serie 4
TUR	REL	BUN	JUS
NOF	DAB	HEG	NOF
SEP	MUR	MIF	WEL
WUR	FIN	RAM	TAB
KIL	TES	KUL	LIM
FAB	MIP	POD	REZ
GIF	HAF	FES	BUT
BAM	DON	MUP	POX
POS	WEX	GIK	TEL
JEX	JIT	LAT	WAK

(Bei der Zusammenstellung der Silbenreihen wurden die Regeln zur Bildung von Silben von G. E. Müller und Schumann (vgl. Neumann 1920) berücksichtigt.)

TAFEL II

Die Silben des Experiments II wurden aus käuflichen Normbuchstaben (Majuskeln) gelegt, photographiert und für jede Silbe 10 Diapositive hergestellt. Die Dias wurden von einem Karussellprojektor der Firma Kodak auf eine Leinwand projiziert. Die Zeitspannen für die Projektion einer Silbe und für den Abstand zwischen zwei Silben wurden von einem elektronischen Zeitschalter bestimmt. (Für den Bau des Steuergerätes sowie für die Erledigung der Photoarbeiten sei Herrn R. Kistner aus dem Institut für Kybernetik gedankt.)

c) Versuchspersonen

Als Versuchspersonen nahmen an den Experimenten jeweils die 85 bis 90 Schüler der Klassen 9/1, 9/2, 9/V1, 9/V2 der Leistikowschule (OPZ) in Berlin-Zehlendorf teil. (Der Verfasser dankt dem Rektor der Schule, Herrn F. Sotscheck sowie den Klassenlehrern Frau J. Krüger, Frau E. Lüdicke, Fräulein U. Geißmann und Herrn K. A. Noak für die Ermöglichung der Versuchsdurchführung.) Die Verteilung der Versuchspersonen in den einzelnen Teilexperimenten geht aus Tafel III hervor.

d) Methode und Durchführung

Experiment I

Nach der Anordnung von Alin (1964) erhielt jede Versuchsperson ein Heft aus acht fortlaufend numerierten Zetteln, auf welchen Schreiblinien vorgezeichnet waren. Die Versuchspersonen hörten den Text einmal vom Tonband, erhielten dann 5 Minuten Zeit für die schriftliche Wiedergabe des Behaltenen, hörten

Sitzung	Klasse	Experiment I Reproduktion nach ...	Experiment II Reproduktion nach...	Silbenreihe Haupt-Versuch	Vor-vers.
a)	9/2	1 Tag			
b)	9/V 1	6 Tage			
c)	9/V 2	4 Wochen			
d)	9/1	11 Wochen			
e)	9/1		A) 10 min	1	(2)
f)	9/2		28 min	1	(2)
g)	9/1		1 Std. 11 min	3	(4)
h)	9/V 1		1 Std. 17 min	3	(4)
i)	9/V 1		B) 1 Std. 30 min	1	(2)
j)	9/V 2		4 Std. 16 min	3	(4)
k)	9/V 2		24 Std.	1	(2)

Aus schulorganisatorischen Gründen konnte leider nicht jede der aufgeführten Klassen zu je einem Versuch mit kürzerer ($<$ 1 Std.) und längerer ($>$ 1 Std.) Vergessenszeit hergangezogen werden.

TAFEL III

nach Ablauf der 5 Minuten den Text ein zweitesmal, wobei sie den von ihnen reproduzierten Text mit dem gerade vom Tonband gesprochenen vergleichen konnten, schlugen die nächste Seite ihres Zettelheftes auf, um wiederum während der folgenden 5-Minuten-Pause zu reproduzieren. Das Verfahren wurde solange fortgesetzt, bis die Versuchspersonen bei Vergleich des von ihnen wiedergegebenen Textes mit dem vom Tonband abgespielten keinen Fehler mehr fanden. Jedoch wurde der Versuch auf jeden Fall spätestens nach der achten Wiederholung abgebrochen. Die Versuchspersonen erhielten folgende Anweisung:

"Ihr werdet jetzt an einem Versuch teilnehmen, der eigentlich gar nichts mit der Schule zu tun hat. Deshalb braucht Ihr auch nicht zu befürchten, daß das Ergebnis, das Ihr hier erzielt, einen Einfluß auf Eure Schulzensuren hat. Außerdem interessieren in diesem Versuch nicht die Leistungen von einzelnen Schülern, sondern nur die Durchschnittsergebnisse der Klasse.

Falls jemand während des Versuchs einmal nicht aufgepaßt haben sollte, so sage er mir das bitte am Ende des Versuchs.

Ihr sollt in diesem Versuch einen kurzen Text lernen. Ihr habt jeder ein kleines Zettelpaket erhalten; auf den einzelnen Zetteln sollt Ihr das niederschreiben, war Ihr behalten habt. Legt Euch daher einen Schreiber griffbereit. Ihr werdet nach einem Glockenzeichen den Text zunächst im ganzen hören. Wenn wieder ein Glockenschlag ertönt, wißt Ihr, daß der Text beendet ist. Ihr schreibt dann

sofort alles, was Ihr von dem Text behalten habt, auf die erste Seite Eures Zettelpakets. Ihr könnt das in aller Ruhe tun, denn Ihr habt fünf Minuten Zeit dazu. Achtet darauf, daß Ihr den Text möglichst wörtlich niederschreibt. Natürlich wird Euch das nach einmaligem Anhören des Textes nicht sehr gut gelingen. Das schadet jedoch nichts. Schreibt den Text so auf, wie Ihr ihn im Gedächtnis habt. Dann hört Ihr den Text ein zweites Mal und vergleicht dabei den gesprochenen Text mit dem, was Ihr aufgeschrieben habt. Ihr dürft aber nichts auf Eurem Blatt berichtigen! Bei diesem zweiten Anhören des Textes werdet Ihr natürlich etwas mehr von dem Text im Gedächtnis behalten haben. Wieder nach einem Glokkenzeichen knickt Ihr die erste, also die beschriebene Seite Eures Zettelpaketes nach hinten um, so daß Ihr das Geschriebene nicht mehr lesen könnt. Nun schreibt Ihr auf, was Ihr nach dieser Wiederholung des Textes behalten habt. Wieder nach fünf Minuten hört Ihr den Text ein drittes Mal. Ihr vergleicht wieder mit dem Geschriebenen, knickt die beschriebene Seite um und schreibt wieder das Behaltene auf. Der Versuch wird solange fortgesetzt, bis Ihr beim Vergleich des gehörten Textes mit dem geschriebenen feststellt, daß Ihr Wort für Wort richtig notiert habt. Dann ist für Euch der Versuch beendet.

Legt dann Euer Schreibwerkzeug hin und verhaltet Euch ruhig, damit Ihr Eure Klassenkameraden nicht stört, die noch weiter am Versuch beteiligt sind.

Während des gesamten Versuchs ist es wichtig, daß Ihr in völliger Ruhe arbeitet und nicht sprecht. Achtet auch nicht darauf, was Euer Nachbar schreibt; Ihr würdet dadurch Eure eigene Leistung verfälschen.

Füllt nun bitte zunächst den Kopf des ersten Blattes aus, also oben links Namen, Vornamen, Alter und Klasse, in der Mitte das Datum und die Stunde und rechts Serie (...) und T (...). "

Den Versuchspersonen wurde nicht mitgeteilt, daß der Text zu einem späteren Zeitpunkt nochmals abgefragt werden würde. Nach den aus Tafel III ersichtlichen Zeiträumen wurden die Versuchspersonen aufgefordert, den Text möglichst wortgetreu auf das erste Blatt eines neuen, diesmal nur vier Seiten enthaltenden Heftes wiederzugeben. Danach wurde der Text auf die bereits beschriebene Weise nochmals gelernt.

Experiment II

Alle Sitzungen wurden in dem für diesen Zweck sehr gut geeigneten "Film- und Fernsehraum" der Leistikowschule in Klassensituation durchgeführt. Der Versuchsleiter schrieb zunächst die Silbe "TEM" an die Tafel und gab folgende Anweisung:

"Ihr werdet jetzt an einem Versuch teilnehmen, der eigentlich gar nichts mit der Schule zu tun hat. Deshalb braucht Ihr auch nicht zu befürchten, daß das Ergebnis, das Ihr hier erzielt, einen Einfluß auf Eure Schulzensuren hat. Außerdem

interessieren in diesem Versuch nicht die Leistungen von einzelnen Schülern, sondern nur die Durchschnittsergebnisse der Klasse.

Ihr sollt in diesem Versuch ähnliche Silben aus je drei Buchstaben lernen, wie sie an der Tafel stehen. Die Silben bedeuten nichts; versucht daher auch nicht, Euch etwas darunter vorzustellen. Lernt die Silben so, als wären sie Wörter einer fremden Sprache. Die einzelnen Silben werden nacheinander mit einem Lichtbildgerät an die Wand projiziert. Ohne eine Pause wird dann die ganze Silbenreihe nochmals mehrere Male gezeigt. Ihr versucht während dieser Zeit, möglichst viele Silben zu lernen. Solange die Silben gezeigt werden, dürft Ihr keinen Schreiber in der Hand haben. Erst wenn Ihr dazu aufgefordert werdet, schreibt Ihr sofort alle Silben, die Ihr behalten habt, auf die ausgeteilten Blätter."

Es folgte der Anwärmversuch mit neunmaliger Projektion der 8 Silben (der Serie 1 in Experiment II A, der Serie 3 in II B) mit dem zeitlichen Abstand zwei Sekunden von Silbe zu Silbe (1,3 Sekunden Exposition jeder Silbe; 0,7 Sekunden Pause). Die gelernten Silben wurden sofort nach Abschluß der Darbietung auf einem vorbereiteten Blatt niedergeschrieben. Die Antwortblätter wurden eingesammelt, und bis zum Beginn des Hauptversuchs hörten die Versuchspersonen Schlagermusik. Die Darbietung der 10 Silben der Reihe 2 (Experiment II A) und 4 (Experiment II B) und die Wiedergabe der gelernten Silben erfolgte auf die gleiche Weise wie im Anwärmversuch. Bei den Sitzungen e) und f) wurde bis zum Zeitpunkt der Reproduktion nach 10 Minuten bzw. 28 Minuten ebenfalls Schlagermusik gehört, wie vorher als "Belohnung" angekündigt worden war. In den Sitzungen g) bis k) wurde die relativ kurze Zeit bis zum Beginn der Unterrichtspause auf dieselbe Art ausgefüllt. Danach hatten die Versuchspersonen normalen Unterricht bis die Silben nach den entsprechenden Behaltenszeiten abgefragt wurden. In den Sitzungen g), i), k), an denen die Versuchspersonen das zweite Mal teilnahmen, mußten die Schüler, während sie die Musik anhörten, schriftliche Subtraktions- und Additionsaufgaben erledigen.

e) Auswertung

Experiment I

Es wurde für jede Sitzung berechnet

A: die Durchschnittszahl von Versuchen, die zur Erlernung des Textes durchgeführt wurden,

B_1: die Durchschnittszahl der Wörter, die nach Ablauf der Behaltenszeit richtig reproduziert wurden (als richtig wurde jedes Wort gewertet, das in derselben Reihenfolge wie im dargebotenen Text reproduziert wurde. Eingefügte Wörter wurden nicht gezählt, Rechtschreibefehler nicht berücksichtigt),

B_2: die Durchschnittszahl der nach der letzten Textwiederholung beim Lernvorgang richtig wiedergegebenen Wörter (einige Versuchspersonen hatten nicht tatsächlich alle 60 Wörter entsprechend der Reihenfolge des Lerntextes niedergeschrieben; den oder die Fehler hatten sie beim Vergleich des von ihnen reproduzierten Textes mit dem vom Band gesprochenen nicht entdeckt),

B: der Anteil des durchschnittlich Behaltenen vom durchschnittlich Gelernten $\left(\frac{B_1}{B_2}\right)$,

C_1: die Anzahl der (theoretisch) für das vollständige Erlernen des Textes bei den einzelnen Versuchspersonen notwendigen Versuche (waren alle 60 Wörter richtig wiedergegeben, wurde die Anzahl der benötigten Versuche gewertet; bei 58 oder 59 richtig reproduzierten Wörtern wurde 1 Versuch, bei 57 und weniger Wörtern wurden 2 Versuche für die Wertung dazugezählt),

C_2: die Anzahl der für das Wiederlernen des vollständigen Textes notwendigen Versuche bei jeder Versuchsperson (Wertung wie bei C_1),

C: die Durchschnittszahl der prozentualen Ersparnisanteile aller Versuchspersonen

$$\frac{\sum \left(1 - \frac{C_2}{C_1}\right)}{N}$$

D_1: der Durchschnittswert aller Werte C_1,

D_2: der Durchschnittswert aller Werte C_2,

D: der Ersparnisanteil $\left(\frac{C_1}{C_2}\right)$

Experiment II

Für jede Sitzung wurde berechnet:

E_1: Die Durchschnittszahl der unmittelbar nach Lernschluß richtig wiedergegebenen Silben aus dem Anwärmversuch (in Experiment II A: Silben der Serie 1, in Experiment II B: Silben der Serie 3; die Reihenfolge der reproduzierten Silben wurde bei der Auswertung nicht berücksichtigt),

E_2: die Durchschnittszahl der unmittelbar nach Lernschluß richtig wiedergegebenen Silben aus dem Hauptversuch (in Experiment II A: Silben der Serie 2, in Experiment II B: Silben der Serie 4),

F_2: die Durchschnittszahl der nach der Behaltenszeit in der richtigen Spalte wiedergegebenen Silben des Hauptversuchs,

F: der Anteil des durchschnittlich Behaltenen vom durchschnittlich Gelernten $(\frac{F_2}{E_2})$,

G_2: die Durchschnittszahl der nach der Behaltenszeit überhaupt wiedergegebenen Silben des Hauptversuchs,

G: der Anteil des durchschnittlich Behaltenen vom durchschnittlich Gelernten $(\frac{G_2}{E_2})$,

H: der Durchschnittswert des jeweiligen Anteils des Behaltenen vom Gelernten aller Versuchspersonen.

f) Ergebnisse

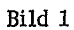
Die Ergebnisse von Experiment I sind in Abbildung 1 und Tafel IV wiedergegeben.

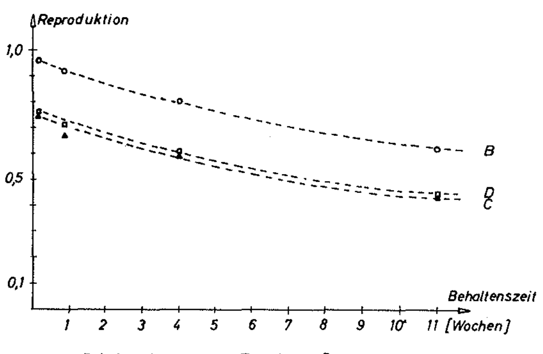
Die Anzahl der Lernversuche (A) in den einzelnen Sitzungen unterscheiden sich nicht signifikant ($p > 0.05$). Dasselbe gilt für die Anzahl der sofort nach dem Lernen reproduzierten Wörter (B_2) und für die Zahl von Versuchen, die theoretisch zum vollständigen Erlernen des Textes notwendig gewesen wären (C_1). Dagegen differieren die entsprechenden Werte, die nach den unterschiedlichen Behaltenszeiten erzielt wurden, sehr signifikant ($p \ll 0.01$). Eine Varianzanalyse der in Abbildung 1 dargestellten Werte B, C und D erübrigt sich, da sie durch bloße Umrechnung aus B_1, B_2, C_1, C_2 entstanden sind. So liegen auch alle Werte von B, C und D mit einer einzigen Ausnahme (Cb) auf den theoretischen Behaltenskurven. Die unterschiedliche Ordinatenlage der ansonst parallel verlaufenden Kurven stimmt mit der bekannten Tatsache überein, daß sich die gemessenen Behaltenswerte je nach Meßmethode verändern (vgl. z. B. Hovland, 1951, S. 647). Aus dem sehr gleichmäßigen Anstieg der Kurven läßt sich bereits eine gemeinsame Zerfallskonstante vermuten, sofern die eingangs dargestellte Hypothese als richtig unterstellt wird, die unterschiedliche Ordinatenlage resultiere aus den einzelnen Meßmethoden zuzuordnenden unterschiedlichen "Überlernfaktoren".

Die Ergebnisse aus Experiment II sind in Abbildung 2 und Tabelle V dargestellt. Es fällt zunächst auf, daß die Anzahl der unmittelbar nach dem Lernversuch wiedergegebenen Silben im Hauptversuch (E_2) - auch prozentual - deutlich höher liegen als im Anwärmversuch (E_1).

Auswertung	Sitzung	M	S.D.	df	F	p
A	a	6.941	0.937			
	b	7.381	0.785			
	c	6.550	1.532			
	d	7.048	0.898			
				3/75	1.959	> 0.05
B_1	a	56.71	4.055			
	b	53.86	6.342			
	c	46.60	9.308			
	d	35.76	1.347			
				3/75	19.45	≪ 0.01
B_2	a	59.41	1.286			
	b	5829	2.510			
	c	58.05	2.355			
	d	57.81	3.065			
				3/78	1.450	> 0.05
C_1	a	7.250	1.260			
	b	7.958	1.306			
	c	7.870	1.569			
	d	7.760	1.422			
				3/88	1.032	> 0.05
C_2	a	1.824	0.706			
	b	2.667	1.208			
	c	3.263	0.964			
	d	4.429	1.094			
				3/74	20.83	≪ 0.01
D	a	0.242	0.094			
	b	0.287	0.105			
	c	0.388	0.077			
	d	0.558	0.101			
				3/51	27.09	≪ 0.01

TAFEL IV



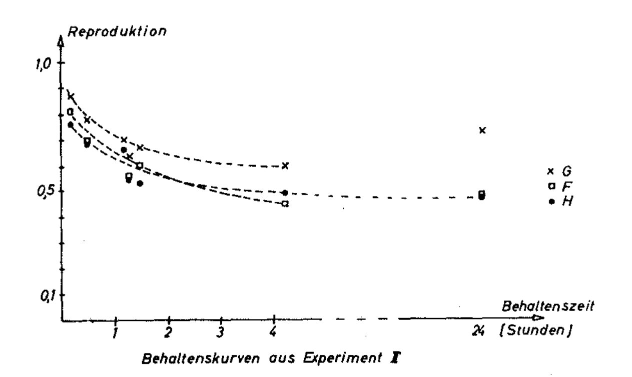


Behaltenskurven aus Experiment I

TAFEL V

Auswertung	Sitzung	M	S.D.	df	F	p
E_1	e	6.521	1.410			
	f	6.320	1.516			
	g	7.227	2.411			
	h	7.000	1.041			
	i	6.957	2.255			
	j	6.545	1.269			
				5/133	0.924	> 0.05
E_2	e	8.130	1.483			
	f	8.280	1.114			
	g	7.360	1.895			
	h	7.364	1.990			
	i	8.500	1.190			
	j	7.435	1.930			
	k	8.318	1.017			
				6/157	2.342	< 0.05 > 0.01
F_2	e	6.550	2.636			
	f	5.783	1.743			
	g	5.167	2.095			
	h	4.100	2.234			
	i	5.167	2.838			
	j	3.316	2.272			
	k	3.950	2.012			
				6/143	4.677	< 0.01
G_2	e	7.100	1.947			
	f	6.435	2.061			
	g	5.167	2.095			
	h	4.682	2.400			
	i	5.750	2.420			
	j	4.455	2.147			
	k	6.045	1.821			
				6/150	4.079	< 0.01
H	e	0.763	0.261			
	f	0.675	0.158			
	g	0.657	0.241			
	h	0.543	0.255			
	i	0.526	0.263			
	j	0.493	0.290			
	k	0.468	0.214			
				6/136	3.792	< 0.01


Bild 2



Behaltenskurven aus Experiment I

Aus diesem Grunde wurden später auch lediglich die Behaltenswerte für die Silben der Serie 2 bzw. 4 berücksichtigt. Im Gegensatz zu Experiment I unterscheiden sich hier auch die Lernleistungen der einzelnen Klassen ($0.05 > p > 0.01$). Da jedoch die Behaltenswerte jeweils in Relation zu den Lernwerten berechnet werden, konnte die Auswertung trotz dieses Effektes vorgenommen werden.
Obwohl die einzelnen Durchschnittswerte für das Behalten relativ große Standardabweichungen aufweisen, unterscheiden sie sich sehr signifikant ($p < 0.01$), und es ergeben sich verhältnismäßig gleichartige (theoretische) Behaltenskurven (Abb. 2). Den Kurven F, G, H gemeinsam ist die im Behaltensbereich 10 Minuten bis 1 Stunde sehr stark und im Bereich 2 bis 4 (24 Stunden) entschieden flachere Krümmung. Das deutet bereits darauf hin, daß eine Beschreibung der Kurven mit nur einer Zerfallskonstanten schwer möglich sein dürfte.

Anmerkung

Die Werte der Sitzung k) (24 Stunden) sind nur der Vollständigkeit wegen angegeben. Sie konnten weiteren Berechnungen jedoch nicht zugrundegelegt werden, da die Reproduktion nicht wie alle anderen unter Aufsicht des Versuchsleiters erfolgte. Die abnorme Höhe der Werte muß darauf zurückgeführt werden, daß bei der im Klassenverband durchgeführten schriftlichen Wiedergabe das Abschreiben einzelner Schüler nicht ausgeschlossen wurde.
Eine Erklärung jener Daten durch das bekannte (in dem vorliegenden Modell jedoch nicht berücksichtigte) Phänomen der Reminiszenz dürfte hier kaum zutreffen.

Zusammenfassung

An 3 mal 80 bis 90 Schülern des neunten Schuljahres wurde der Anteil des Behaltenen vom Gelernten nach Behaltenszeiten zwischen 10 Minuten und 11 Wochen gemessen. Als Lernmaterial dienten ein sinnvoller Text und zwei Serien sinnfreier Silben. Die Ergebnisse sollen in einer späteren Arbeit zur Berechnung von Daten für die Zerfallskonstanten und Speicherkapazitäten hypothetischer Speicher herangezogen werden.

Schrifttumsverzeichnis

Alin, L.H. — Experimental studies in verbal versus figural learning. Ahnquist u. Wiksell, 1964, 173, 186

Bahrick, H.P. — The ebb of retention. Psych. Review 1965, 72, 65

Bush, R.R. u. Mosteller, F. — Stochastic models for learning. New York, Wiley 1955

Ebbinghaus, H. — Über das Gedächtnis. Duncker u. Humblot 1885, 103

Estes, W.K. — Toward a statistical theory of learning. Psych. Review 57, 1950. 94-107

Förster, H. — Das Gedächtnis. Deuticke 1948, 2 und 10

Frank, H. — Zum Problem des vorbewußten Gedächtnisses. GrKG 2/1, 1961, 17-24

Frank, H. — Kybernetische Grundlagen der Pädagogik Agis 1962, 99 - 103 und 136 - 138

Frank, H. — Über einen Ansatz zu einem probabilistischen Gedächtnismodell. GrKG 5/2, 1964, 43-50

Frank, H. — Vereinfachtes Adressatenmodell für Gedächtnisleistung. 1965 (unveröffentlichtes Manuskript)

Hirschbold, B. — Der Postpeter. In: Lesebuch, 3. u. 4. Schuljahr, Bayerischer Schulbuchverlag, 1958, 291

Homolka, J. — Gruppenuntersuchungen über die Vergessenskurve. Diss. Wien 1953. Zitiert nach Rohracher, H.: Einführung in die Psychologie, 1963, Koban u. Schwarzenberg, 257

Hovland, C.J. — Human learning and retention. In Stevens: Handbook of exp. Psychol. Wiley 1951, 647

Jenkens, J.J. u. Dallenbach, K.G. — Obliviscence during sleep and wakening. Amer. J. Psy. 1924, 35, 609

Miller, G.A. u. McGill, W.J. — A statistical description of verbal learning. Psychometrica 17, 1952, 369-396

Neumann, E. — Ökonomie und Technik des Gedächtnisses. 1920, Klinkhardt

Postman, L. — Learned principles of organization memory. Psych. Monogr. 1954, 68, 374

Riedel, H. — Die Altersabhängigkeit informationspsychologischer Parameter und ihre mögliche Bedeutung für Lehralgorithmen. In: Frank, H. Lehrmaschinen in kybernetischer und pädagogischer Sicht, II, Klett, Oldenbourg 1964

van Dusen, F. u. Schlosberg, H. — Further study of the retention of verbal and motor skills. J. exp. Psy. 1948, 38, 527

Eingegangen am 2. Oktober 1966

Anschrift des Verfassers: Harald Riedel, 1 Berlin 37, Eiderstedter Weg 27

DIE BESTIMMUNG VON SPEICHERDATEN UND ZERFALLSKONSTANTEN FÜR EIN INFORMATIONSPSYCHOLOGISCHES GEDÄCHTNISMODELL

von Harald Riedel, Berlin

In einer früheren Arbeit (Riedel, 1967*) schlug der Verfasser vor, mittels Einführung eines sogenannten "Überlernfaktors" Zerfallskonstanten und Kapazitäten hypothetischer Speicher zu bestimmen und jene Werte in einem speziellen Modell von Frank (1965) zu verwenden, nach welchem die Wahrscheinlichkeiten berechnet werden können, mit denen Wörter oder Aussagen zu bestimmten Zeitpunkten eines Lehrprogramms im Gedächtnis des Adressaten gespeichert sind. Die Behaltenswerte, die sich aus der in derselben Arbeit behandelten empirischen Untersuchung ergaben, wurden entsprechend jenem Vorschlag zur Berechnung der gesamten Speicherdaten herangezogen.

a) Zerfallskonstanten und Überlernfaktoren

Die Werte für die Zerfallskonstanten wurden mit Hilfe eines graphischen Verfahrens ermittelt. Nach Ausdruck (4) in der oben zitierten Publikation

$$y = \frac{I_t^*}{I_o^*} \cdot e^{\alpha t} \qquad (1)$$

wurden für die einzelnen Meßwerte Funktionskurven berechnet und gezeichnet. Sofern sich alle gemessenen Behaltenswerte ein und derselben Meßmethode durch (1) und mit einer gemeinsamen Zerfallskonstanten beschreiben lassen, müssen sich die zugehörigen Funktionskurven in einem Punkte schneiden.

Zu Experiment I

Die Abbildungen 1a - 1 c zeigen die Funktionskurven für die Auswertungen B, C und D. Die Kurven von B schneiden sich gegenseitig im Bereich 0.037 bis 0.048 $\frac{1}{\text{Wochen}}$ für α . Bei C ergibt sich ein gemeinsamer Schnittpunkt für b, c und d (Behaltenszeit 6 Tage, 4 Wochen, 11 Wochen) bei $\alpha = 0.039 \frac{1}{\text{Wochen}}$, die Kurve für a (Behaltenszeit 1 Tag) liegt außerhalb. Entsprechendes gilt für D (α = 0.048). Es könnte daraus geschlossen werden, daß die Zerfallskonstante nicht mehr für die Behaltenszeit von 1 Tag Gültigkeit besitzt. Dagegen jedoch spricht die Darstellung der Kurven von B. Aus diesem Grund wurden aus der Behaltens-

* in diesem Heft

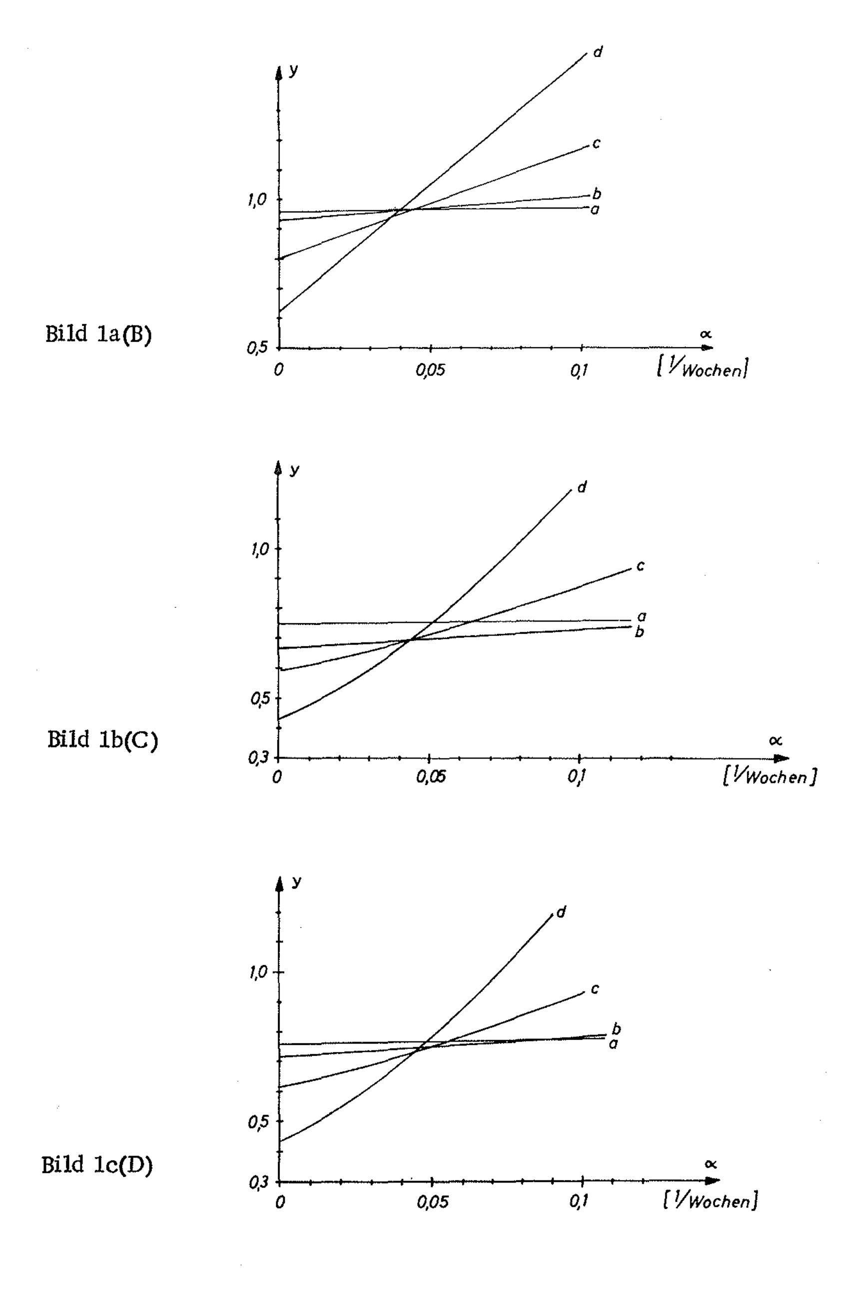


Bild 1a(B)

Bild 1b(C)

Bild 1c(D)

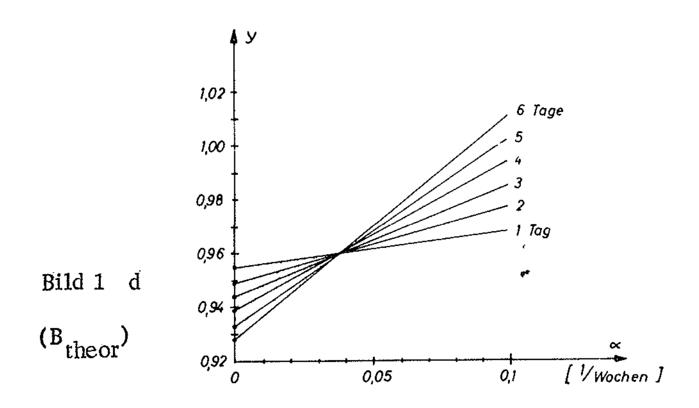


Bild 1 d

(B_{theor})

kurve B in Abb.1(a. a. O) theoretische Zwischenwerte für die Behaltenszeiten 1, 2, 3, 4, 5, 6 Tage ermittelt und für sie die Funktionskurven gemäß (1) berechnet. Abbildung 1d gibt das Ergebnis wieder. Es ist ersichtlich, daß alle jene Werte mittels der gemeinsamen Konstanten $\alpha = 0.038 \frac{1}{\text{Wochen}}$ beschrieben werden können. Es kann daher geschlossen werden, daß die Behaltenswerte für Behaltenszeiten zwischen 1 Tag und 11 Wochen durch eine gemeinsame Zerfallskonstante beschreibbar sind, die im Bereich von 0.037 bis 0.048 $\frac{1}{\text{Wochen}}$ oder $6.29 \cdot 10^{-8}$ bis $7.94 \cdot 10^{-8} \frac{1}{\text{sec}}$ liegt. Der Mittelwert für α berechnet sich zu $6.95 \cdot 10^{-8} \frac{1}{\text{sec}}$. Als Werte für den Überlernfaktor ergeben sich bei B und B-theoretisch y = 0.95, bei C y = 0.69 und bei D y = 0.75.

Zu Experiment II

Die Funktionskurven für die Auswertungen F, G und H sind in Abbildung 2a und 2 b dargestellt. Es wird ersichtlich, daß sich für die Behaltenszeit zwischen einer und vier Stunden ein Wert zwischen $1.39 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{sec}}$ und $2.06 \cdot 10^{-5} \frac{1}{\text{sec}}$ ergibt. Es kann nicht erstaunen, daß die Werte einen solch breiten Streubereich einnehmen, denn zur Berechnung wurden die tatsächlich gemessenen und nicht die auf der theoretischen Behaltenskurve liegenden Werte herangezogen, da aufgrund der relativ großen Standardabweichungen die Angabe eines theoretischen Behaltenswertes sehr zweifelhaft sein müßte. Der Durchschnittswert für die Zerfallskonstante beträgt $\alpha = 1.76 \; 10^{-5} \frac{1}{\text{sec}}$. Die Überlernfaktoren liegen im Bereich zwischen 0.615 und 0.745, im Durchschnitt bei y = 0.670. Für die Behaltenszeit zwischen 10 und 30 Minuten resultiert eine um eine Zehnerpotenz größere Zerfallskonstante, die im Bereich zwischen $1.06 \; 10^{-4}$ und $1.42 \; 10^{-4}$

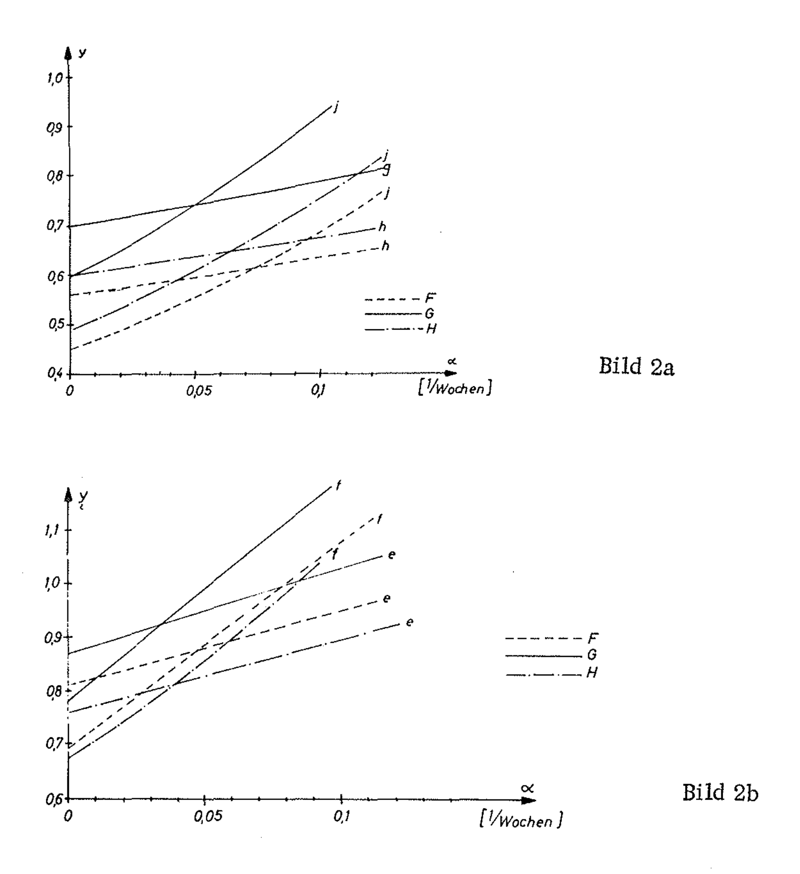


Bild 2a

Bild 2b

$\frac{1}{sec}$ liegt, ihr Durchschnittswert beträgt $\alpha' = 1.23 \; 10^{-4} \frac{1}{sec}$. Die Daten für den Überlernfaktor streuen im Bereich von 0.83 bis 0.93 und ergeben im Mittel $y = 0.88$.

Die Untersuchung liefert also als wesentliches Ergebnis, daß zur Beschreibung von Gedächtnisinhalten nach Speicherzeiten bis zu 11 Wochen drei Speicher angenommen werden können, die sich in ihren Zerfallskonstanten deutlich unterscheiden. Dabei ist es für den vorliegenden Zweck, nämlich die möglichst genaue Beschreibung und Vorhersage, mit welchen Wahrscheinlichkeiten einmal eingelernte Gedächtnisinhalte nach bestimmten Zeitspannen noch gespeichert sind, zunächst unwesentlich, ob die einzelnen Speicher auch tatsächlich physiologisch realisiert sind, was jedenfalls zum jetzigen Zeitpunkt ziemlich zweifelhaft zu sein scheint.

b) Zufluß- und Speicherkapazitäten

Als Voraussetzung für die Anwendung der berechneten Werte zum genannten Zweck müssen zusätzlich die Daten für Zuflußkapazitäten und die Speicherkapazitäten bestimmt werden. Zumindest für die beiden nach Experiment II angenommenen Speicher lassen sich jene Werte ohne Schwierigkeiten mit einiger Genauigkeit ebenfalls aus dem Experiment selbst berechnen. Durch die Einführung des Überlernfaktors y wurde ja ein Maß dafür gewonnen, zu welchem Anteil der Lernstoff in die jeweiligen Speicher während des für den Lernvorgang zur Verfügung stehenden Zeitraumes eingeschrieben werden konnte. Andererseits sind die Informationsmenge des Lernstoffes sowie die Lernzeit bekannt. Die Information pro Silbe berechnet sich zu 10.6 bit (vgl. Riedel, 1964); im Hauptversuch wurden während der 160 Sekunden Lernzeit durchschnittlich 7.91 Silben gelernt. Es ergibt sich also ein durchschnittlicher Zufluß $C_{v160} = 0.524$ bit/sec. Dieser Wert liegt erheblich höher als der früher vom Verfasser erhaltene (Riedel 1965, S. 50), stimmt dementgegen jedoch sehr gut mit den informationstheoretisch ausgewerteten Angaben von Hovland (1939, S. 625) für Studenten überein. Durch Multiplikation dieses Wertes für den durchschnittlichen Lernfluß mit den aus Experiment II e, f und II g, h, i, j erhaltenen Daten für die Überlernfaktoren werden die gesuchten Werte für die Zuflußkapazitäten beider Speicher zu $C_{v10\,min - 30\,min} = 0.462$ bit/sec bzw. $C_{v1\,Std. - 4\,Std.} = 0.351$ bit/sec ermittelt.

Macht man weiterhin den plausiblen Ansatz, es gelte folgende Beziehung zwischen der Informationsaufnahmegeschwindigkeit eines Speichers zum Zeitpunkt Null und zum Zeitpunkt t:

(2) $$C_{vt} = C_{vo} \cdot e^{-\alpha t}$$

so erhält man bei Rechnung nach der sicheren Seite folgende Werte für die Zuflußgeschwindigkeit der beiden Speicher:

1. $$C_{vo} = \frac{0.462}{e^{-600 \cdot 1.23 \cdot 10^{-4}}} = 0.497 \text{ (bit/sec)}$$

und

2. $$C_{vo} = \frac{0.351}{e^{-3600 \cdot 1.76 \cdot 10^{-5}}} = 0.374 \text{ (bit/sec)} .$$

Als Werte für die Speicherkapazitäten der beiden Speicher erhält man entsprechend Gleichung (2) in Riedel (1967)

$$(3) \qquad K_v = \frac{C_{vo}}{\alpha}$$

$$1. \qquad K_v = \frac{0.497}{1.23 \cdot 10^{-4}} = 4.04 \cdot 10^3 \quad \text{(bit)}$$

und

$$2. \qquad K_v = \frac{0.374}{1.76 \cdot 10^{-5}} = 2.12 \cdot 10^4 \quad \text{(bit)}$$

Die Berechnung entsprechender Werte für den aus Experiment I erhaltenen Speicher ist nicht leicht möglich, da keine genauen Angaben über den Informationsbetrag des zu lernenden Materials gemacht werden können. Allerdings kann eine vorsichtige Schätzung vorgenommen werden, indem der - sicher recht tiefe - Wert von ca. 5 bit/Wort für die subjektive Information nach Bürmann u. a. (1963, S. 85) verrechnet wird. In durchschnittlich 6,98 Versuchen (A) wurden im Mittel 58.4 Wörter (B_2) gelernt; für jeden Versuch standen 5 Minuten Lernzeit zur Verfügung. Demnach wurde der Lernstoff während der 300 Sekunden mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von

$$\frac{58.4 \cdot 5}{6.98 \cdot 300} \text{ bit/sec} = 0.139 \text{ bit/sec}$$

aufgenommen.

Durch Multiplikation mit dem Überlernfaktor $y_c = 0.69$ (es wird der kleinste y-Wert gewählt, da zur sicheren Seite geschätzt werden soll) ergibt sich.

$$C_{v\ 1\ \text{Tag}\ -\ 11\ \text{Wochen}} = 0.139 \cdot 0.69 = 0.096 \quad \text{(bit/sec)}$$

Wieder nach (8) wird

$$3. \qquad C_{vo} = \frac{0.096}{e^{-8.65 \cdot 10^3 \cdot 6.95 \cdot 10^{-8}}} \approx 0.096 \quad \text{(bit/sec)}$$

Man erhält weiter nach (3)

$$3. \qquad K_v = \frac{0.096}{6.95 \cdot 10^{-8}} = 1.38 \cdot 10^6 \quad \text{(bit)} .$$

Die Informationstheoretische Darstellung der Lernkurve von Hovland (1939) zwingt zu dem Schluß, daß zur genauen Beschreibung ein weiterer Speicher mit einer Speicherzeit bis zu ca. 5 Minuten angenommen werden müßte. Die Bestimmung der Kapazitätswerte für diesen Speicher soll einer weiteren Arbeit vorbehalten bleiben. Der Einfachheit halber sei dieser Speicher hier als Speicher 1 und die in der vorliegenden Arbeit besprochenen als Speicher 2, 3, 4 bezeichnet. Eine Zusammenstellung der Speicherdaten gibt Tafel I.

Als wesentlich für die algorithmische Lehralgorithmierung - genauer: für die Berechnung von durchschnittlichen Speicherwahrscheinlichkeiten einzelner Wörter oder Aussagen zu bestimmten Zeitpunkten eines Lehrprogramms - können zunächst nur die Speicher S_1, S_2, S_3 angesprochen werden, solange jedenfalls nicht eine Programmierung des Unterrichts über Zeiträume von Wochen hinaus möglich ist, was seinerseits eine völlige Veränderung der jetzt üblichen Soziostruktur bedingen würde. Dennoch mag ein Vergleich der Werte für die Zerfallskonstante des Speichers S_4 aus dieser Untersuchung und jenen aus einem Alin-Experiment berechneten interessant sein. Nach Alin (1964, S. 173) erhält man den Wert $\alpha = 1.2 \cdot 10^{-8}$. Es könnte eventuell die Folgerung abgeleitet werden, daß sich zumindest die Zerfallskonstanten im Alter zwischen 15 und 20 Jahren nicht mehr wesentlich verändern.

TAFEL I

Bezeichnung	Speicherzeit	Zerfallskonstante (1/sec)	Zufluß-kapazität (bit/sec)	Speicher-kapazität (bit)
S_1	bis 5 min			
S_2	bis 30 min	$1.23 \cdot 1o^{-4}$	0.497	$4.04 \cdot 10^3$
S_3	bis 4 Std.	$1.76 \cdot 10^{-5}$	0.347	$2.12 \cdot 10^4$
S_4	bis 11 Wochen	$6.95 \cdot 10^{-8}$	≈ 0.1	$\approx 10^6$

Hypothetisch angenommene Speicher, ihre Kapazitäten, Zerfallskonstanten und Speicherzeiten

Weiterhin ist von Interesse, daß die Zuflußkapazität des Speichers S_4 mit C_{vo4} $\approx$ 0.1 bit/sec deutlich über jener von Frank (1964) aufgrund einer groben Schätzung angegebenen liegt, obwohl bei der hier vorgenommenen Berechnung eher ein zu kleiner Wert hätte resultieren müssen. Bei künftiger Verwendung des Frank'schen Modells mit Kurz- und Langzeitgedächtnis sollte daher eher der eben genannte Wert 0.1 bit/sec für die Zuflußkapazität des Langspeichers verwendet werden.

Abschließend sei nochmals bemerkt, daß es sich bei der vorliegenden Arbeit um den Versuch handelt, für ein sehr spezielles Verfahren nach Frank (1965), wonach die mittleren Wahrscheinlichkeiten, mit denen Wörter oder Textabschnitte zu bestimmten Zeitpunkten eines Lehrprogramms berechnet werden sollen, Daten zu liefern, die eine möglichst genaue Beschreibung und Vorhersage zulassen. Die Frage, ob die einzelnen Speicher auch physiologisch realisiert sind, bleibt davon unberührt.

Zusammenfassung

Aus den Ergebnissen einer früheren Untersuchung wurden Werte für die Zerfallskonstanten dreier hypothetischer Speicher sowie deren Zufluß- und Speicherkapazitäten berechnet. Der Berechnung liegt die Hypothese zugrunde, der Anteil des nach der Behaltenszeit Reproduzierten von dem unmittelbar nach Lernschluß Wiedergegebenen sei das Produkt aus dem Anteil der zu den entsprechenden Zeitpunkten gespeicherten Informationsmenge und einer mit "Überlernfaktor" bezeichneten Variablen, die von der Lernzeit und der Lernfähigkeit der Versuchsperson abhängig ist.

Schrifttumsverzeichnis

Alin, L. H. — Experimental studies in verbal versus figural learning. Ahnquist u. Wisell. 1964, 173, 186

Frank, H., Bürmann, G. u. Lorenz, L. — Informationstheoretische Untersuchungen über Rang und Länge deutscher Wörter, GrKG 1963

Frank, H. — Vereinfachtes Adressatenmodell für Gedächtnisleistung. 1965 (unveröffentlichtes Manuskript)

Hovland, C.J. — Studies in rote learning theory V. J. exp. Psy. 25 1939, 625

Riedel, H. — Die Altersabhängigkeit informationspsychologischer Parameter und ihre mögliche Bedeutung für Lehralgorithmen, Klett u. Oldenbourg, 1964

Riedel, H. — Empirische Untersuchungen zur kybernetischen Pädagogik, Verlag Schnelle, 1965

Riedel, H. — Empirische Untersuchung zu einem informationspsychologischen Gedächtnismodell, GrKG 8/1. In diesem Heft.

Eingegangen am 15. Oktober 1966

Anschrift des Verfassers:
Harald Riedel, 1 Berlin 37, Eiderstedter Weg 27

ÜBER DEN INFORMATIONSGEHALT VON BILDERN

Von Helmar Frank (Waiblingen), Berlin

1. Problemstellung

Die Messung des Informationsgehaltes von graphischen Darstellungen, Photographien, Gemälden und dergleichen, also kurz: von "Bildern", stößt gewöhnlich auf die Schwierigkeit, daß das zugrundezulegende Repertoire nicht eindeutig festliegt. Zwar ist diese Voraussetzung auch in anderen Fällen, insbesondere bei "sinnvollen" Texten, nicht streng erfüllt; es ist z. B. unbekannt, welche Wörter eines Textes auf dem Buchstabenrepertoire und welche auf dem Wortrepertoire apperzipiert werden. Jedoch fällt dies bei solchen digital-artigen Nachrichten, die im wesentlichen kombinatorisch aus den Elementen eines relativ kleinen Repertoires (Buchstaben) aufgebaut sind, kaum ins Gewicht, da die Superierung hier überwiegend durch Komplexbildung (Zusammensetzung von Buchstaben zu Wörtern!) und kaum durch Klassenbildung (Abstraktion von der zufälligen Schreibweise eines Wortes!) erfolgt. Man kann also hier damit rechnen, daß der Informationsgehalt, den man durch Addition der Informationsgehalte der Unterzeichen an ihren einzelnen Auftrittsstellen (d. h. unter voller Berücksichtigung der stochastischen Abhängigkeiten) erhält, nicht oder nur unwesentlich zu groß sein wird. Daher ist der Shannonsche Ratetest ein legitimes Mittel zur Informationsbestimmung von Texten in einer Sprache mit wenig orthographischen Freiheitsgraden, obgleich sicher großenteils nicht auf dem Buchstabenrepertoire apperzipiert wird.

In einzelnen Fällen lassen sich auch Bilder als digital-artige Nachrichten auffassen und mit statistischen Methoden oder mittels eines Ratetests informationell ausmessen. Beispiele bilden gewisse Kompositionen von Vasarely (vgl. Frank, 1964), deren Bausteine unmittelbar erkennbar sind, aber auch Figuren der statistischen Grafik von Nees (1964), deren Informationsgehalt vollständig in einem Steuerlochstreifen eines automatischen Zeichentischs, also in digitaler Form, gegeben ist. In der Mehrzahl der Fälle steckt hinter Bildern jedoch die Idee eines Kontinuums von Zeichen; auch die prinzipielle Möglichkeit der Rasterung in Wahrnehmungselemente hilft nur scheinbar weiter, weil in fast allen praktischen Fällen dabei ein unglaubhaft hoher Informationsgehalt gemessen wird. Der Grund dafür dürfte zweifellos die Vernachlässigung der hinter der Gestaltwahrnehmung steckenden klassenbildenden (also Information unterdrückenden) Superierung sein.

Offenbar scheint also der größte und zugleich der am schwierigsten zu bestim-

mende Anteil an der Gesamtinformation eines Bildes dessen ästhetische Information zu sein. Der cartesische Ansatz der Kybernetik, Schwierigkeiten getrennt zu bewältigen zu suchen, legt also nahe, zunächst auf die Messung der syntaktischen Information, der Gesamtinformation und auch der ästhetischen Information eines Bildes zu verzichten und stattdessen zu versuchen, den Differenzwert $i_{syn} - i_{ästh}$ zu ermitteln. Handelt es sich um ein Bild mit semantischer Funktion, dann gibt dieser Differenzwert die semantische Information an, andernfalls den Informationsgehalt des Bildes bei Apperzeption auf einem bestimmten Superzeichenrepertoire. (Zur Terminologie vergleiche Frank, 1966, S. 88-95.) Man kann voraussetzen - und dies ist der Grundgedanke der gegenwärtigen Untersuchung - daß es möglich ist, $i_{syn} - i_{ästh}$ vollständig durch eine geeignete Bildbeschreibung zu erfassen. Wenn ferner die Bildbeschreibung ("Text") so beschaffen ist, daß sie nichts von der ästhetischen Information des Bildes erfaßt, gilt

$$i_{syn} - i_{ästh} = i_{syn}(\text{Bild}) - i_{syn}(\text{Bild/Text}) = t(\text{Text, Bild}).$$

Dabei bezeichnet allgemein $t(x_i, y_j)$ die in x_i über y_j steckende Transinformation. Da diese eine symmetrische Funktion ist:

$$t(x_i, y_j) = t(y_j, x_i) \;,$$

folgt wegen

$$t(\text{Bild, Text}) = i_{syn}(\text{Text}) - i_{syn}(\text{Text/Bild})$$

für die gesuchte Differenz

$$i_{syn}(\text{Bild}) - i_{ästh}(\text{Bild}) = i_{syn}(\text{Text}) - i_{syn}(\text{Text/Bild}).$$

Minuend und Subtrahend der rechten Seite können je durch einen getrennten Ratetest (ohne Kenntnis oder mit Kenntnis des Bildes) gemessen werden. Wir übertragen also mit dieser Vorgehensweise das Verfahren von Weltner (1964) zur Messung des Lernerfolgs auf ein weitgehend analoges Problem der Informationsästhetik.

Man könnte nun ferner von der Hypothese ausgehen, der Mensch apperzipiere ein Bild durch Steuerung seiner Aufmerksamkeit und Augenbewegung in der Weise, daß die apperzipierte Information auf 1 bit/SZQ eingeregelt wird. Dann könnte vermutet werden, daß die gesamte Apperzeptionszeit (in SZQ) ohne Kenntnis der Bildbeschreibung $i_{syn} + (i_{syn} - i_{ästh}) = 2 \cdot i_{syn} - i_{ästh}$ (in bit) ist, nach

Kenntnis der Bildbeschreibung jedoch - nach der Überlegung in Frank (1966, S. 93) - entweder gleichbleibt oder äußerstenfalls auf $i_{\text{ästh}}$ sinkt.

Eine praktische Bedeutung haben solche Informationsermittlungen z. B. beim algorithmischen Lehralgorithmieren (Frank, 1966, S. 104).

2. Meßmethode

Zur Analyse der Betrachtungszeit der auf das Format 18 cm x 24 cm gebrachten Bilder wurde ein Gerät konstruiert, das durch eine von der Versuchsperson verschiebbare Maske gesteuert wird. Die Maske erlaubt die Betrachtung eines unverdeckten Bildausschnitts von 3 cm x 3 cm Fläche. Der Rest ist (je nach Maskenart) voll abgedeckt bzw. er enthält eine undeutlich durchscheinende Zone um den offenliegenden Bildausschnitt. (Bei der tatsächlichen Versuchsdurchführung wurde auf diese Verfeinerung verzichtet.) Das Gerät enthält einen Impulsgeber, der einen Impuls pro SZQ einem mit der Maske starr verbundenen Arm zuleitet, welcher seinerseits über Stifte die Impulse einem Raster von 6 x 8 gegeneinander isolierten Metallplättchen überträgt. Jedes Plättchen ist mit einem postüblichen Impulszähler verbunden. Die Differenz der 48 Zählerstände vor und nach dem Versuch entspricht den Betrachtungszeiten (in SZQ), die auf die 48 Teilflächen des Bildes verwendet werden. Da jedoch damit gerechnet werden muß, daß in den meisten Zeitintervallen ein Bildausschnitt betrachtet wird, der sich nicht mit einem der 48 gedachten Felder deckt sondern zwei oder vier aneinander angrenzende Felder überdeckt, wurde der Kontakt zu den Metallplättchen statt durch nur einen Schleifkontakt durch fünf Kontaktspitzen hergestellt; jede davon erhielt - phasenverschoben gegen die vier anderen - alle 5 SZQ einen Impuls. Vier der Kontaktspitzen markieren die Eckpunkte eines Quadrats von etwas weniger als 3 cm Seitenlänge, die fünfte den Mittelpunkt. Je nach der Stellung der Maske liefern also alle fünf Kontakte ihren Impuls nacheinander auf dasselbe Metallplättchen, oder nur 3 davon, während zwei auf das benachbarte ableiten, oder das hauptsächlich betrachtete Rasterfeld erhält 2/5 der Impulse, ein mit dem Eckpunkt anschließendes Feld 1/5 und die beiden gemeinsamen Nachbarfelder auch je 1/5 der Impulse.

Verwendet wurden drei Bilder (Bild 1, 4, 7) mit je einer Bildbeschreibung ("Text"). Die Vpn - meist Studierende der Pädagogik - betrachteten teils zuerst das Bild und hatten anschließend den Text der zugehörigen Bildbeschreibung durchzuraten, teils wurde die umgekehrte Reihenfolge gewählt. Den Vpn wurde vor der Bildbetrachtung mitgeteilt, daß sie anschließend in wenigen Sätzen notieren sollten, was das Bild darstellte und was ihnen an ihm bemerkenswert erschien, wobei sie möglichst wenig Zeit für die Betrachtung verwenden sollten.

Das Rateverfahren war weder das sehr ermüdende von Shannon (1951) noch die 1. Weltnersche Vereinfachung davon, welche ein eigens hierfür konstruiertes Hilfsgerät voraussetzt (Weltner 1965, 1966). Vielmehr durfte die Vp bis zu fünfmal das jeweils folgende Zeichen raten. Der Versuchsleiter notierte die Zahl der Versuche bis zum Erfolg, bzw. ein x, falls auch der 5. Versuch erfolglos blieb. In diesem Falle wurde der Vp das richtige Zeichen genannt. Dieser Abkürzung lag die Erfahrung zugrunde, daß spätestens nach dem 5. erfolglosen Rateversuch fast jede Vp in alphabetischer Reihenfolge weiterrät, also nicht der von Shannon vorausgesetzten Strategie folgt. Man kann also annehmen, daß alle Ratezahlen zwischen 6 und 29 (bzw., bei Mitberücksichtigung von Punkt und Komma, 31) gleichwahrscheinlich sind, wobei ihre Wahrscheinlichkeitssumme gleich der relativen Häufigkeit von "x" ist. Der Informationsberechnung wurde die Shannonsche Abschätzung nach unten zugrundegelegt (vgl. Weltner, 1964). Bei den letzten Vpn konnte bereits die (noch unveröffentlichte) 2. Weltnersche Vereinfachung verwendet werden, welche eine außerordentliche Beschleunigung darstellt. Dabei rät jede Vpn jedes Zeichen nur einmal und erfährt, ob sie richtig geraten hat bzw. welches das richtige Zeichen ist. Aus dem freundlicherweise zur Verfügung gestellten empirischen Material von Weltner folgt, daß im Bereich nicht allzu redundanter, sinnvoller Texte folgende lineare Beziehung gilt:

$$i_{sub}(\text{Text}) = 3{,}9 \cdot F - 0{,}08 \cdot N$$

wenn N die Textlänge und F die Zahl der falsch geratenen Zeichen ist.

3. Ergebnisse

In Tabelle 1 sind die gemittelten Ergebnisse der Ratetests zusammengestellt. Die Transinformation t(Text, Bild) ist in allen drei Fällen positiv. Unter der Voraussetzung, daß die Bildbeschreibungen jeweils die gesamte semantische Information des zugehörigen Bildes und nur diese enthalten, kann diese Transinformation als semantische Information des jeweiligen Bildes angesehen werden. Die Betrachtungszeiten der Bilder nehmen jedoch bei Textkenntnis nicht entsprechend ab sondern bei Bild 1 und Bild 2 sogar zu. Wir deuten dies mit der Hypothese, daß die Vp, welche den Text nicht kennt, bei der Bildbetrachtung nur soviel syntaktische Information (mit der Geschwindigkeit 1 bit/SZQ) aufzunehmen versucht, wie gerade notwendig ist, um einen Birkhoffschen Übergang und von hier aus ein Erkennen der Bedeutung zu ermöglichen. Die hierzu erforderliche Zeit in SZQ ist nach dem erwähnten theoretischen Ansatz numerisch gleich der in bit gemessenen semantischen plus der apperzipierten syntaktischen Information, welche theoretisch mindestens gleich der ersteren sein muß, da sie

Bild 1. Text(N = 255 Zeichen): ein menschliches skelett in seit enansicht und ein schema des s keletts sind dargestellt. bei der schematischen darstellung sind lediglich die gelenke als mit g roßbuchstaben bezeichnete pun kte und die gliedmaßen als die punkte verbindende geraden an gegeben.

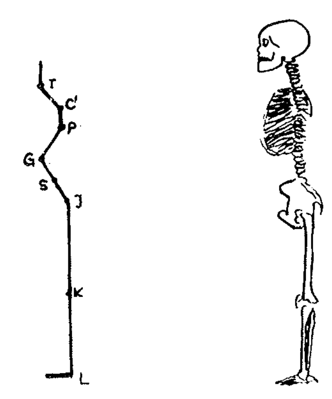


Bild 2

Code:

> 80 SZQ

(40 SZQ...80 SZQ>

(20 SZQ...40 SZQ>

(10 SZQ...20 SZQ>

≦ 10 SZQ

Bild 3

Code:

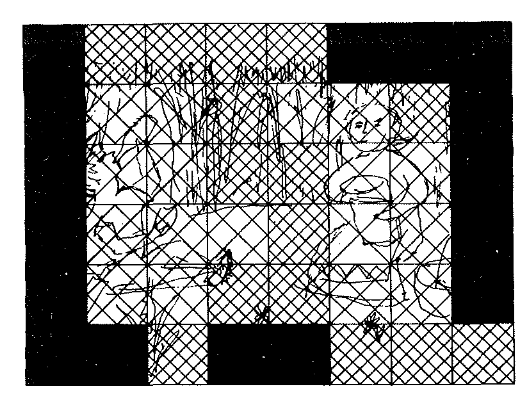
$\Delta t \geqq 10$ SZQ

-10SZQ<Δt<+10SZQ

$\Delta t \leqq -10$ SZQ

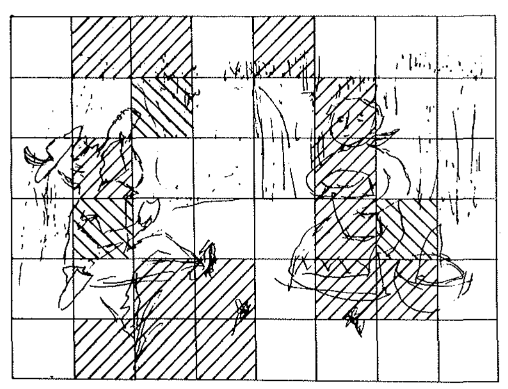


Bild 4. (von Jürgen Schröder)
Text (N = 270 Zeichen):
am rande eines kornfeldes sitze
n bauer und bäuerin beim frühs
tück. die bäuerin ist damit bes
chäftigt, von einem übergroßen
brotlaib eine scheibe abzuschne
iden. der bauer faßt mit der rec
hten hand seine brotscheibe, m
it der linken hält er sich eine tr
inkflasche an den mund.



Code
wie Bild 2

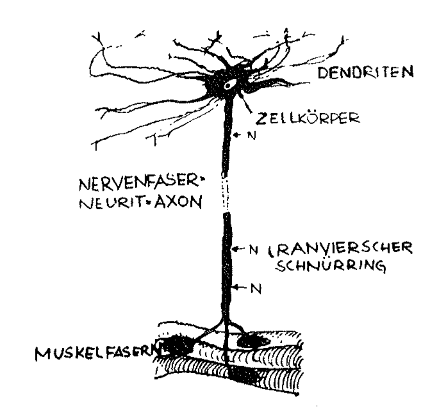
Bild 5



Code
wie Bild 3

Bild 6

Bild 7. Text (N= 443 Zeichen): dargestellt ist das modell einer nervenzelle. vom zellkörper fü hren viele, sehr verzweigte, sic h allmählich verjüngende fortsä tze, die dendriten, und ein l ängerer fortsatz, das axon, ab. das axon besitzt in regelmäßige n abständen sogenannte ranviers che schnürringe, an denen der a xonmantel unterbrochen ist. das axon der dargestellten nervenze lle endigt nach aufzweigung in mehrere äste an den motorisch en endplatten der muskelfasern



Code
wie Bild 2

Bild 8

Code
wie Bild 3

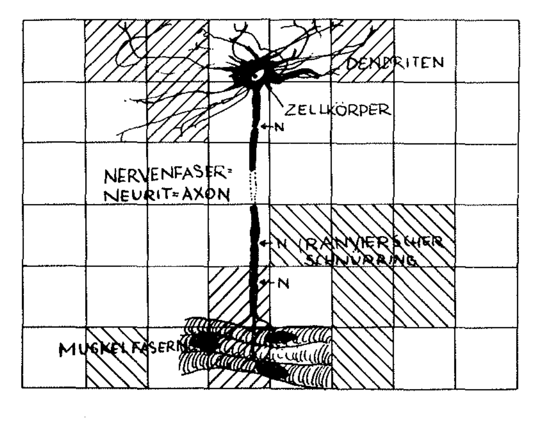


Bild 9

Tabelle 1

Bild und Text Nr.	Mittelwert und Streuung von i_{sub} (Text)		H_{sub} in bit/Zeichen		t (Bild, Text) $= i_{sem}$ (Bild)
	ohne Bildkenntnis	mit Bildkenntnis	ohne Bildkenntnis	mit Bildkenntnis	
1	235,3 ± 35,8 bit	195,7 ± 48,4bit	0,962 ± 0,139	0,765 ± 0,190	39,6 ± 60 bit (!)
4	190,1 ± 23,7 bit	126,1 ± 17,7bit	0,704 ± 0,087	0,467 ± 0,065	64 ± 29,6 bit
7	613,1 ± 51,1 bit	392,4 ± 106,1bit	1,385 ± 0,116	0,885 ± 0,240	220,7 ± 117,5 bit

Tabelle 2

Bild und Text Nr.	Mittlere Betrachtungszeit in SZQ		Apperzipierte Information in bit		
	ohne Textkenntnis	mit Textkenntnis	ohne Textkenntnis		mit Textk.
			syntaktisch	ästhetisch	ästhetisch
1	515,5	589,7	475,9	436,3	510,5-589,7
4	838,2	1051,6	774,2	710,2	923,6-1051,6
7	889,2	791,0	668,5	447,8	349,6-791,0

diese um die nie negative, apperzipierte ästhetische Information übertrifft. - Ist jedoch die Bedeutung des Bildes im vorhinein bekannt, dann stellt die Bildbetrachtung einen Molesschen Übergang dar, apperzipiert wird in erster Linie ästhetische Information, jedoch ist nicht auszuschließen, daß außerdem ein Übergang der Aufmerksamkeit zur semantischen Information erfolgt. Hier kann also die apperzipierte ästhetische Information nur nach oben und unten abgeschätzt werden; letztere Abschätzung kann zugleich als untere Schranke der im Bild vorhandenen ästhetischen Information angesehen werden. Die Bilder 2, 5 und 8 zeigen die Verteilung der Betrachtungszeit (ohne Textkenntnis) auf die einzelnen Felder, und die Bilder 3, 6 und 9 die Zu- oder Abnahme (codiert durch steigende bzw. fallende Schraffur) dieser Betrachtungszeit um mindestens 10 SZQ pro Feld bei Textkenntnis.

(Bei der Versuchsdurchführung wirkten u. a. Harald Riedel, Jürgen Schröder und Ilona Breuer mit.

Die Untersuchung erfolgtė im Zusammenhang mit einem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft unterstützen Vorhaben.)

Schrifttumsverzeichnis

Frank, H. — Kybernetische Analysen subjektiver Sachverhalte
Verlag Schnelle, Quickborn, 1964, 82 S.

Frank, H. — Ansätze zum algorithmischen Lehralgorithmieren
In: H. Frank (Hsg.): Lehrmaschinen in kybernetischer und pädagogischer Sicht, Bd. 4, Klett und Oldenbourg, Stuttgart und München, 1966

Nees, G. — Statistische Grafik
Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft, Bd. 5, H. 3/4, 1964, Verlag Schnelle, Quickborn

Shannon, C.E. — Prediction and Entropy of printed English
The Bell System Technical Journal, 1951

Weltner, K. — Zur empirischen Bestimmung subjektiver Informationswerte von Lehrbuchtexten mit dem Ratetest nach Shannon. Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft, Bd. 5, H. 1, 1964, S. 3-11

Weltner, K. — Zum Ratetest nach Shannon,
GrKG, Bd. 6, H. 3, 1965, Verlag Schnelle, Quickborn

Weltner, K. — Über die empirische Bestimmung subjektiver Informationswerte. GrKG, Bd. 7, H. 1, 1966, S. 1-12

Eingegangen am 28. Januar 1967

5. Symposion über Lehrmaschinen und Programmierte Instruktion, 15. - 19. März 1967, Berlin (West). Veranstalter: Gesellschaft für Programmierte Instruktion e.V., Sekretariat c/o Institut für Kybernetik, 1 Berlin 46, Malteserstr. 74-100. Offizielle Kongreßsprache: Deutsch.

3rd International Congress for Logic, Methodology and Philosophy of Science, 25. August bis 2. September 1967, Amsterdam. Sekretariat: c/o Holland Organizing Centre, 16 Lange Voorhout, Den Haag, Niederlande.

5e Congrès de Cybernétique, 11.-15. September, 1967, Namur (Belgien). Veranstalter: Association Internationale de Cybernétique. Wissenschaftliche Leitung: Prof. Dr. Ing. Georges R. Boulanger, Watermael-Brüssel (Belgien), 18 Drève des Wégelias. Sekretariat: Palais des Expositions, Place André Rijckmans, Namur, Belgien. Vortrangsanmeldungen (Themenangabe) bis 31.12.1966. Offizielle Kongreßsprachen: Französisch, Englisch und Deutsch.

6. Symposion über Lehrmaschinen und Programmierte Instruktion, 25. - 29.3. 1968, München. Veranstalter: Gesellschaft für Programmierte Instruktion e.V. Sekretariat c/o Institut für Kybernetik, 1 Berlin 46, Malteserstr. 74-100. Offizielle Kongreßsprache: Deutsch. Vortragsanmeldungen (Themenangabe) sind bis 31.3.1967 möglich.

4. Kybernetik-Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Kybernetik, 8.-10.4. 1968, München. Wissenschaftliche Leitung: Prof. Dr. W. Kroebel, Physikalisches Institut der Universität Kiel, Neue Universität, Haus 34, Kiel. Offizielle Kongreßsprache: Deutsch.

16th International Congress of Applied Psychology, 18.-22. August 1968, Amsterdam. Sekretariat c/o Holland Organizing Centre, 16 Lange Voorhout, Den Haag, Niederlande. Offizielle Kongreßsprachen: Englisch, Französisch und Deutsch (Simultanübersetzung der Plenarveranstaltungen ins Russische).

Richtlinien für die Manuskriptabfassung.

Es wird zur Beschleunigung der Publikation gebeten, Beiträge an die Schriftleitung in doppelter Ausfertigung einzureichen. Etwaige Tuschzeichnungen oder Photos brauchen nur einfach eingereicht zu werden.
Artikel von mehr als 12 Druckseiten Umfang können in der Regel nicht angenommen werden. Unverlangte Manuskripte können nur zurückgesandt werden, wenn Rückporto beiliegt. Es wird gebeten bei nicht in deutscher Sprache verfaßten Manuskripten eine deutsche Zusammenfassung anzufügen und wenn möglich, zur Vermeidung von Druckfehlern, das Manuskript in Proportionalschrift mit Randausgleich als fertige Photodruckvorlage einzusenden.
Die verwendete Literatur ist, nach Autorennamen alphabetisch (verschiedene Werke desselben Autors chronologisch) geordnet, in einem Schrifttumsverzeichnis am Schluß des Beitrags zusammenzustellen. Die Vornamen der Autoren sind mindestens abgekürzt zu nennen. Bei selbständigen Veröffentlichungen sind Titel, Erscheinungsort und -jahr, womöglich auch Verlag, anzugeben. Zeitschriftenbeiträge werden vermerkt durch Name der Zeitschrift, Band, Seite (z. B. S. 317–324) und Jahr, in dieser Reihenfolge. (Titel der Arbeit kann angeführt werden). Im selben Jahr erschienene Arbeiten desselben Autors werden durch den Zusatz „a", „b" etc. ausgezeichnet. Im Text soll grundsätzlich durch Nennung des Autorennamens und des Erscheinungsjahrs des zitierten Werkes (evtl. mit dem Zusatz „a" etc.), in der Regel aber nicht durch Anführung des ganzen Buchtitels zitiert werden. Wo es sinnvoll ist, sollte bei selbständigen Veröffentlichungen und längeren Zeitschriftenartikeln auch Seitenzahl oder Paragraph genannt werden. Anmerkungen sind zu vermeiden.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in dieser Zeitschrift berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Nachdruck, auch auszugsweise oder Verwertung der Artikel in jeglicher, auch abgeänderter Form ist nur mit Angabe des Autors, der Zeitschrift und des Verlages gestattet. Wiedergaberechte vergibt der Verlag.

Forme des manuscrits.

Pour accélérer la publication les auteurs sont priés, de bien vouloir envoyer les manuscrits en deux exemplaires. Des figures (à l'encre de chine) et des photos, un exemplaire suffit.
En général les manuscrits qui fourniraient plus de 12 pages imprimées ne peuvent être acceptés. Les manuscrits non demandés ne peuvent être rendus que si les frais de retour sont joints. Si les manuscrits ne sont pas écrits en allemand, les auteurs sont priés de bien vouloir ajouter un résumé en allemand et si possible, pour éviter des fautes d'impression, de fournir le manuscript comme original de l'impression phototechnique, c'est-à-dire tapé avec une machine aux caractères standard et avec marges étroites.
La littérature utilisée doit être citée à la fin de l'article par ordre alphabétique; plusieurs oeuvres du même auteur peuvent être enumérées par ordre chronologique. Le prénom de chaque auteur doit être ajouté, au moins en abrégé. Indiquez le titre, le lieu et l'année de publication, et, si possible, l'éditeur des livres, ou, en cas d'articles de revue, le nom de la révue, le tome, les pages (p.ex. p. 317–324) et l'année, suivant cet ordre; le titre des travaux parus dans de revues peut être mentionné. Les travaux d'un auteur parus la même année sont distingués par «a», «b» etc. Dans le texte on cite le nom de l'auteur, suivi de l'année de l'édition (éventuellement complété par «a» etc.), mais non pas, en général, le titre de l'ouvrage; si c'est utile on peut ajouter la page ou le paragraphe. Evitez les remarques en bas de pages.

La citation dans cette revue des noms enregistrés des marchandises etc., même sans marque distinctive, ne signifie pas, que ces noms soient libres au sens du droit commercial et donc utilisables par tout le monde.

La reproduction des articles ou des passages de ceux-ci ou leur utilisation même après modification est autorisée seulement si l'on cite l'auteur, la revue et l'éditeur. Droits de reproduction réservés à l'éditeur.

Form of Manuscript.

To speed up publication please send two copies of your paper. From photographs and figures (in indian ink) only one copy is required.
Papers which would cover more than 12 printed pages can normally not be accepted. Manuscripts which have not been asked for by the editor, are only returned if postage is enclosed.
If manuscripts are not written in German, a German summary is requested. If possible these manuscripts should be written as original for phototechnical printing, i. e. typed with proportional types and with straight-line margin.
Papers cited should appear in the Bibliography at the end of the paper in alphabetical order by author, several papers of the same author in chronological order. Give at least the initials of the authors. For books give also the title, the place and year of publication, and, if possible, the publishers. For papers published in periodicals give at least the title of the periodical in the standard international abbreviation, the volume, the pages (e.g. p. 317–324) and the year of publication. (It is useful to add the title of the publication.) When more than one paper of the same author and the same year of publication is cited, the papers are distinguished by a small letter following the year, such as "a", "b" etc. References should be cited in the text by the author's name and the year of publication (if necessary followed by "a" etc.), but generally not with the full title of the paper. It might be useful to mark also the page or paragraphe referred to.

The utilization of trade marks etc. in this periodical does not mean, even if there is no indication, that these names are free and that their use is allowed to everybody.

Reprint of articles or parts of articles is allowed only if author, periodical and publisher are cited. Copyright: Verlag Schnelle, Quickborn in Holstein (Germany).